

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro

BW

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation 6 :<br>C08F 246/00, 220/34, C07C 217/08,<br>219/08, A01N 33/12  |  | A1   | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/21253</b> |
|  |  | (43) Internationales<br>Veröffentlichungsdatum:  | 22. Mai 1998 (22.05.98)   |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/05806  |  | (81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). |   |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 21. Oktober 1997 (21.10.97)   |  |  |   |
| (30) Prioritätsdaten:<br>196 46 965.1 14. November 1996 (14.11.96) DE  |  |  |   |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): RÖHM GMBH [DE/DE]; Kirschenallee, D-64293 Darmstadt (DE).   |  |  |   |
| (71) Anmelder (nur für US): HILL, Hella (Erbin des verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Schlesienstrasse 23, D-40822 Mettmann (DE).  |  |  |   |
| (72) Erfinder: HILL, Frank (verstorben).   |  |  |   |
| (72) Erfinder; und   |  |  |   |
| (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLESSE, Wolfgang [DE/DE]; Tucholskyweg 26, D-55127 Mainz (DE). PFIR-MANN, Martina [DE/DE]; Schülerstrasse 18, D-64347 Griesheim (DE). |  |  |   |
|  |  | Veröffentlicht<br>Mit internationalem Recherchenbericht.<br>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.  |   |

(54) Title: POLYMERS WITH ANTI-MICROBIAL PROPERTIES-

(54) Bezeichnung: POLYMERE MIT ANTIMIKROBIELLEN EIGENSCHAFTEN

(57) Abstract

The invention relates to polymers with antimicrobial properties, consisting of: a) 99-40 wt % non functional

vinylally polymerizable monomers and b) 1-60 wt % functional vinylally polymerizable monomers of general formula (I) wherein V = vinyl, (meth)acryl, allyl or styryl, A = a possibly available linking unit, which can be alkyl, aryl, arylalkyl or hydroxy alkyl, which can also be interrupted by hetero atoms, e.g. by hetero atoms in urethane, carbonate, ester, amide or ether groups, wherein y = 0 or is 1, Hsp = a hydrophilic spacer of general formula (i)  $-(O-CH_2-CH_2)_r-$  and/or (ii)  $-(O-CH_2-CH(CH_3))_s$  with r = 0-40, s = 0-40 and r + s = 2-40, also m = 1, 2 or 3 and R<sup>1</sup> = CH<sub>3</sub>, ethyl or benzyl, R<sup>2</sup> = an alkyl radical with 8-20 C-atoms, wherein t = 1, 2 or 3 and X = Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup> or alkyl sulphate.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft Polymere mit antimikrobiellen Eigenschaften bestehend aus a) 99-40 Gew.-% nicht funktionellen vinylisch polymerisierbaren Monomeren und b) 1-60 Gew.-% funktionellen vinylisch polymerisierbaren Monomeren der allgemeinen Formel (I) mit V = Vinyl, (Meth)acryl, Allyl oder Styryl ist, A = einer gegebenenfalls vorhandenen verknüpfenden Einheit, die Alkyl, Aryl, Arylalkyl oder Hydroxyalkyl, welche auch durch Heteroatome, beispielsweise durch Heteroatome in Urethan-, Carbonat-, Ester-, Amid- oder Ether-Gruppen, unterbrochen sein kann, wobei y = 0 oder 1 ist, HSp = ein hydrophiler Spacer der allgemeinen Formel (i)  $-(O-CH_2-CH_2)_r-$  und/oder (ii)  $-(O-CH_2-CH(CH_3))_s$  mit r = 0-40, s = 0-40 und r + s = 2-40, sowie m = 1, 2 oder 3 und R<sup>1</sup> = CH<sub>3</sub>, Ethyl oder Benzyl, R<sup>2</sup> = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen, wobei t = 1, 2 oder 3 und X = Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup> oder Alkylsulfat ist.

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                              |    |                             |    |                             |    |                        |
|----|------------------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|------------------------|
| AL | Albanien                     | ES | Spanien                     | LS | Lesotho                     | SI | Slowenien              |
| AM | Armenien                     | FI | Finnland                    | LT | Litauen                     | SK | Slowakei               |
| AT | Österreich                   | FR | Frankreich                  | LU | Luxemburg                   | SN | Senegal                |
| AU | Australien                   | GA | Gabun                       | LV | Lettland                    | SZ | Swasiland              |
| AZ | Aserbaidsschan               | GB | Vereinigtes Königreich      | MC | Monaco                      | TD | Tschad                 |
| BA | Bosnien-Herzegowina          | GE | Georgien                    | MD | Republik Moldau             | TG | Togo                   |
| BB | Barbados                     | GH | Ghana                       | MG | Madagaskar                  | TJ | Tadschikistan          |
| BE | Belgien                      | GN | Guinea                      | MK | Die ehemalige jugoslawische | TM | Turkmenistan           |
| BF | Burkina Faso                 | GR | Griechenland                |    | Republik Mazedonien         | TR | Türkei                 |
| BG | Bulgarien                    | HU | Ungarn                      | ML | Mali                        | TT | Trinidad und Tobago    |
| BJ | Benin                        | IE | Irland                      | MN | Mongolei                    | UA | Ukraine                |
| BR | Brasilien                    | IL | Israel                      | MR | Mauretanien                 | UG | Uganda                 |
| BY | Belarus                      | IS | Island                      | MW | Malawi                      | US | Vereinigte Staaten von |
| CA | Kanada                       | IT | Italien                     | MX | Mexiko                      |    | Amerika                |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan                       | NE | Niger                       | UZ | Usbekistan             |
| CG | Kongo                        | KE | Kenia                       | NL | Niederlande                 | VN | Vietnam                |
| CH | Schweiz                      | KG | Kirgisistan                 | NO | Norwegen                    | YU | Jugoslawien            |
| CI | Côte d'Ivoire                | KP | Demokratische Volksrepublik | NZ | Neuseeland                  | ZW | Zimbabwe               |
| CM | Kamerun                      |    | Korea                       | PL | Polen                       |    |                        |
| CN | China                        | KR | Republik Korea              | PT | Portugal                    |    |                        |
| CU | Kuba                         | KZ | Kasachstan                  | RO | Rumänien                    |    |                        |
| CZ | Tschechische Republik        | LC | St. Lucia                   | RU | Russische Föderation        |    |                        |
| DE | Deutschland                  | LI | Liechtenstein               | SD | Sudan                       |    |                        |
| DK | Dänemark                     | LK | Sri Lanka                   | SE | Schweden                    |    |                        |
| EE | Estland                      | LR | Liberia                     | SG | Singapur                    |    |                        |

## Polymere mit antimikrobiellen Eigenschaften

Die Erfindung betrifft Polymere mit antimikrobiellen Eigenschaften. Die erfindungsgemäßen Polymere bestehen aus an sich bekannten vinyllisch polymerisierbaren Monomeren, sowie aus Monomeren, bei denen mindestens ein langkettiger Alkylrest an eine quarternäre Ammoniumgruppe gebunden ist, die wiederum über einen hydrophilen Spacer und gegebenenfalls eine verknüpfende Einheit mit einer Vinylfunktion verbunden ist.

### Stand der Technik

EP 0 641 805 A1 beschreibt Polymere mit antimikrobiellen (biophoben) Eigenschaften. Die Polymere bestehen aus ethylenisch ungesättigten Monomeren, die teilweise über Seitengruppen kovalent gebundene antimikrobielle phenolische Agenzien aufweisen.

Die Bindung der phenolischen Agenzien erfolgt polymeranalog an Bausteine mit funktionellen Gruppen, die mit Amino- oder Hydroxylgruppen reagieren können. Beispiele für umsetzbare Reste sind Hydroxy-, Hydroxyalkyl-, Dialkylaminoalkyl- oder Haloalkylgruppen. Die phenolischen Reste der biozid funktionellen Monomere sind daher über relativ kurze, hydrophobe Spacer mit der Polymermatrix verbunden.

JP-Abstract 62 05,936 (Chemical Abstracts, 107, 41977v) beschreibt antifungale und antibakterielle Agenzien. Diese weisen einen (Meth)acrylrest auf an den über eine Ethylenglykol-, Propylenglykol oder Hydroxypropylengruppierung mit 1 - 4 Einheiten ein fluorierter Aromat gebunden ist. Die Monomeren werden in einer Polyvinylchloridpaste z. B. als antimikrobielle Papierbeschichtung eingesetzt. Die Verwendung in Polymeren ist nicht erwähnt.

Nazarova et al. (Chemical Abstracts 122: 230183d: Khim.-Farm. Zh. (1993), 27 (2), 30 -3) beschreibt biophobe Polymere aus N-(2-hydroxypropyl)methacrylamid, das gebundenes Choramphenicol enthält.

Dabei wird in-vivo eine höhere Aktivität festgestellt, wenn das Chloramphenicol zusätzlich über einen Glycin-Leucin-Glycin Spacer an das Polymer gebunden ist und vom Polymeren abgespalten wird. Die Autoren vermuten eine besonders gute Wirkung gegenüber intrazellulären Mikroorganismen. Offensichtlich ist die leichte Abspaltbarkeit des Chloramphenicols vom Polymer durch enzymatische Hydrolyse der Peptidbindung entscheidend für die gute in-vivo Wirkung.

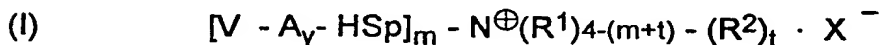
Den Einbau eines bakteriziden Monomeren ist für Dentalanwendungen in J.Dent. Rs. 73(8), 1437-1443 (1994) beschrieben. Eine antimikrobielle Wirkung wird beobachtet ohne Freisetzung der aktiven Spezies, wobei ungeklärt ist, ob die Wirksamkeit auf eine bakterizide oder biophobe (antiadhesion) Eigenschaft zurückzuführen ist. Die eingesetzte Pyridiniumverbindung ist über einen hydrophoben Spacer (langkettiger Alkylrest) ans Polymerrückgrat gebunden.

### Aufgabe und Lösung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Copolymere bereitzustellen, die durch Copolymerisation mit antimikrobiell wirkenden Monomeren erhalten werden und die sich für die Herstellung von Überzügen bzw. Formkörpern eignen, deren Oberflächen biozide oder biophobe Eigenschaften haben, ohne daß es zu einer Freisetzung toxischer Verbindungen kommt. Eine nachträgliche, polymeranaloge Anbindung von mikrobiologisch aktiven Molekülen an Oberflächen soll so vermieden werden. Weiterhin sollte eine Wirkstoffklasse alternativ zu den phenolischen Verbindungen erschlossen werden, um u.a. durch Wirkstoffwechsel oder -kombination eine Selektion resistenter Stämme zu vermeiden und um Wirkungslücken zu schließen.

Es wurde gefunden, daß Polymere der folgenden Struktur über gute antimikrobielle Eigenschaften verfügen. Die Polymere sind aufgebaut aus

- a) 99 - 40 Gew.-% nicht funktionellen vinylisch polymerisierbaren Monomeren und
- b) 1 - 60 Gew.-% funktionellen vinylisch polymerisierbaren Monomeren der allgemeinen Formel (I)



mit

V = Vinyl, (Meth)acryl, Allyl oder Styryl ist,

A = einer gegebenenfalls vorhandenen verknüpfenden Einheit, die Alkyl, Aryl, Arylalkyl oder Hydroxyalkyl, welche auch durch Heteroatome, beispielsweise durch Heteroatome in Urethan-, Carbonat-, Ester-, Amid- oder Ether-Gruppen, unterbrochen sein kann, wobei  $y=0$  oder 1 ist,

HSp = ein hydrophiler Spacer der allgemeinen Formel

(i) - (O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)<sub>r</sub> - und/oder

(ii) - (O-CH<sub>2</sub>-CH(CH<sub>3</sub>))<sub>s</sub>

mit r = 0 - 40, s = 0 - 40 und r + s = 2 - 40, sowie

m = 1,2 oder 3 und

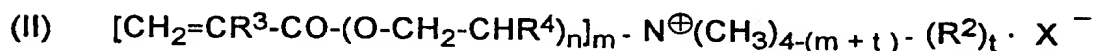
R<sup>1</sup> = CH<sub>3</sub>, Ethyl oder Benzyl

R<sup>2</sup> = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen, wobei

t = 1,2 oder 3 ist.

X<sup>-</sup> = Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup> oder Alkylsulfat<sup>-</sup>

Für die Monomeren a) ist es bevorzugt, daß diese überwiegend aus den (Meth)acrylsäureestern ausgewählt sind. Besonders bevorzugt werden Polymere bei denen die Monomeren b) (Meth)acrylsäureester der allgemeinen Formel (II)



sind, wobei

m = 1,2 oder 3, n = 2 - 40,

R<sup>2</sup> = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen, wobei t = 1,2 oder 3 ist.

R<sup>3</sup> = H oder CH<sub>3</sub>,

R<sup>4</sup> = H oder CH<sub>3</sub>

X<sup>-</sup> = Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup> oder Alkylsulfat<sup>-</sup>

Obwohl die Wirkungsweise nicht verstanden ist, nehmen die Erfinder an, daß die Monomeren b), bei denen eine Kombination der an einen hydrophilen Spacer gebundenen quarternären Ammoniumgruppe, die mindestens einen langkettigen Alkylrest aufweist, das antimikrobiell wirksame Prinzip der erfindungsgemäßen Polymere darstellt. Dies war in keiner Weise vorhersehbar. Die Verwendung von radikalisch

polymerisierbaren Vinylgruppen-haltigen Monomeren, insbesondere (Meth)acrylsäureestern zum Aufbau der antimikrobiellen Polymere eröffnet vielfältige Möglichkeiten zur Steuerung der weiteren Polymereigenschaften, wie Glasatemperatur, Mindestfilmbildetemperatur, Molekulargewicht etc., so daß antimikrobielle Polymere für vielerlei Anwendungszwecke zugänglich sind.

#### Ausführung der Erfindung

Die erfindungsgemäßen Polymere mit antimikrobiellen Eigenschaften können in an sich bekannter Weise durch radikalische Polymerisation der Monomere in Gegenwart von Polymerisationsinitiatoren und gegebenenfalls Molekulargewichtsreglern erhalten werden.

Dazu werden a) nicht funktionelle vinylisch polymerisierbaren Monomere und b) funktionelle vinylisch polymerisierbaren Monomere gemäß der allgemeinen Formel (I) verwendet. Der Begriff funktionelle Monomere kennzeichnet die Monomere b) in dem Sinne, daß ihrem Vorhandensein die antimikrobielle Eigenschaft des Polymers zugeschrieben wird.

Unter antimikrobieller Eigenschaft ist dabei eine keimreduzierende oder keimabtötende Wirkung zu verstehen, die eintritt, wenn das Polymer und Keime in Gegenwart von Wasser miteinander in Kontakt kommen.

#### Monomere a) :

Geeignete nicht funktionelle vinylisch polymerisierbaren Monomere nach a) können z. B. Acrylat- oder Methacrylatverbindungen, Allylverbindungen, Styrole, Maleinsäure, Maleinsäureanhydrid oder andere Vinylverbindungen, wie Vinylester etc. sein .

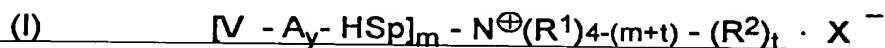
Die Monomere a) sind bevorzugt überwiegend, z. B. zu wenigstens 90 % bezogen auf die Gesamtmenge der Monomeren a),

6

(Meth)acrylatverbindungen. Es können jedoch auch geringere Anteile, z. B. bis 10 %, anderer Monomere a) enthalten sein. Bevorzugt sind Alkyl-(Meth)acrylate mit 1 bis 20 C-Atomen im Alkylrest, Hydroxy-(Meth)acrylate oder auch (Meth)acrylat-Verbindungen mit Säure oder Amidfunktionen. Beispiele sind Methylmethacrylat, Methylacrylat, Ethylacrylat, Butylacrylat, Ethylmethacrylat, Propylmethacrylat, Butylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, Hydroxyethyl(meth)acrylat, Acrylsäure, Methacrylsäure, Acrylamid, Methacrylamid. Es können auch geringere Anteile vernetzender Verbindungen wie z. B. Glycoldimethacrylat oder Allylmethacrylat enthalten sein. Bevorzugte Monomere sind Alkyl(meth)acrylate. Besonders bevorzugte Monomere a) sind Methylmethacrylat und Butylacrylat.

Monomere b) :

funktionelle vinylisch polymerisierbaren Monomeren nach b) haben die allgemeine Struktur der Formel (I)



mit

V = Vinyl, (Meth)acroyl, Allyl oder Styryl, bevorzugt ist (Meth)acryloyl  
 A = einer gegebenenfalls vorhandenen verknüpfenden Einheit, die Alkyl, Aryl, Arylalkyl oder Hydroxyalkyl, welche auch durch Heteroatome, beispielsweise durch Heteroatome in Urethan-, Carbonat-, Ester-, Amid- oder Ether-Gruppen, unterbrochen sein kann, wobei  $y = 0$  oder  $1$  ist. Bevorzugt ist jedoch  $y = 0$ .



Beispiele für A sind:

2-Hydroxypropoxy, (2'-hydroxypropoxyphenyl)(2'-hydroxy-3-oxyphenyl)propan (aus Bisphenol-A-diglycidylether),  
7,7,9-Trimethyl-4,13-dioxo-3,14-dioxa-5,12-diazatetradecyl- (aus HMDI), 6-Ketohexyloxy-, 6-Ketohexylamino- etc.

HSp = ein hydrophiler Spacer der allgemeinen Formel

(i) - (O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)<sub>r</sub> - und/ oder

(ii) - (O-CH<sub>2</sub>-CH(CH<sub>3</sub>))<sub>s</sub>

mit  $r = 0 - 40$ ,  $s = 0 - 40$  und  $r + s = 2 - 40$

bevorzugt ist (i) oder (ii),

besonders bevorzugt mit  $r = 2 - 10$  oder  $s = 2 - 10$ ,

weniger bevorzugt, aber auch möglich ist (i) und (ii)  
in gemischter oder blockweiser Abfolge,

$m = 1, 2$  oder  $3$ , bevorzugt  $1$  oder  $2$  und

$R^1 = \text{CH}_3$ , Ethyl oder Benzyl, bevorzugt  $\text{CH}_3$

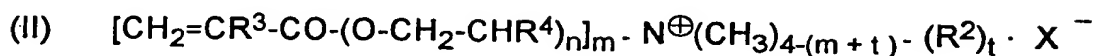
(beim Vorhandensein mehrerer Reste  $R^1$ , können diese gleich oder verschieden sein)

$R^2 =$  ein unverzweigter Alkylrest mit  $8-20$ , bevorzugt  $12 - 18$ , besonders bevorzugt  $12$  oder  $14$  C-Atomen, wobei

$t = 1, 2$  oder  $3$ , bevorzugt  $1$  oder  $2$  ist,

$X^- = \text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  oder Alkylsulfat<sup>-</sup> (bevorzugte Alkylsulfate sind  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OSO}_3^-$  und  $\text{CH}_3\text{OSO}_3^-$ ), bevorzugt ist  $\text{Cl}^-$

Bevorzugt für die Monomeren b) sind (Meth)acrylsäureester der allgemeinen Formel (II)



mit

$m = 1, 2$  oder  $3$ , bevorzugt  $1$  oder  $2$ ,

$n = 2 - 40$ , bevorzugt  $2 - 10$ ,

bei  $m > 1$  kann  $n$  bei den individuellen Resten gleich oder verschieden sein.

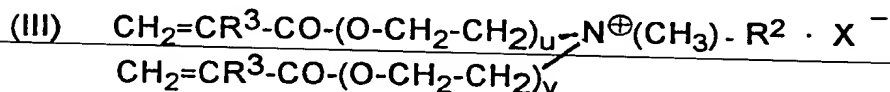
$R^2$  = ein Alkylrest mit  $8-20$ , bevorzugt  $12 - 18$ , besonders bevorzugt  $12$  oder  $14$  C-Atomen, wobei  $t = 1, 2$  oder  $3$  ist, bevorzugt  $1$  oder  $2$  ist

$R^3 = H$  oder  $CH_3$ , bevorzugt  $CH_3$

$R^4 = H$  oder  $CH_3$ , bevorzugt  $H$

$X^- = Cl^-, Br^-, I^-$  oder Alkylsulfat  $^-$ , bevorzugt  $Cl^-$

Bevorzugte Monomere b) können die allgemeine Formel (III) aufweisen.



wobei

$u + v = 6 - 20$ , bevorzugt  $10$

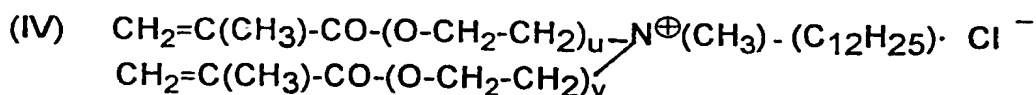
$R^2$  = ein Alkylrest mit  $8-20$ , bevorzugt  $12$  C-Atomen

$R^3 = H$  oder  $CH_3$ , bevorzugt  $CH_3$

$X^- = Cl^-, Br^-, I^-$  oder Alkylsulfat  $^-$ , bevorzugt  $Cl^-$

sind.

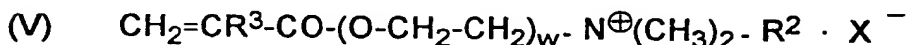
Ein bevorzugtes Monomer b) ist z. B. die Verbindung Laurylamin-x-10EO-Dimethacrylat-Quat (Quat A) gemäß Formel (IV)



wobei  $u + v = 10$  ist (statistische Verteilung um den Mittelwert  $u, v = 5$ )

9

Bevorzugt sind Monomere b) der allgemeinen Formel (V)



wobei

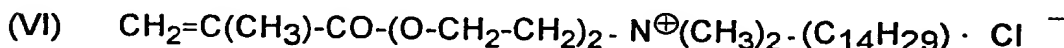
$$w = 2 - 40$$

$\text{R}^2$  = ein Alkylrest mit 8-20, bevorzugt 14 C-Atomen,

$\text{R}^3$  = H oder  $\text{CH}_3$ , bevorzugt  $\text{CH}_3$

$\text{X}^-$  =  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  oder Alkylsulfat  $^-$ , bevorzugt  $\text{Cl}^-$  sind.

Ein weiteres bevorzugtes Monomer b) ist die Verbindung 2-(2'-Methacroylethoxy)ethyl-dimethyltetradecylammonium-chlorid (Quat B) gemäß Formel (VI)



Die Monomere a) sind seit langem bekannte durch Standard-Syntheseverfahren zugängliche Verbindungen. Die Monomere b) sind durch Synthese zugänglich.

#### Allgemeine Beschreibung der Synthese:

Die Monomere b) werden ausgehend von ethoxylierten Aminen durch Um- oder Veresterung mit (Meth)acrylsäure bzw. (Meth)acrylsäureestern und anschließender Quaternierung mit einem Alkylchlorid bzw. Dialkylsulfat hergestellt. Als Katalysatoren für die Um- und Veresterung können gemäß dem Stand der Technik Säuren, wie z.B. Schwefelsäure, para-Toluolsulfonsäure, basische Katalysatoren wie Calciumhydroxid, Calciumoxid, Lithiumhydroxid, Lithiumamid o.ä., Zinnkatalysatoren wie Dibutylzinnoxid, Dioktylzinnoxid, Metallsäureester wie Tetraisobutyltitanat u.ä. eingesetzt werden. Zur Prozeßstabilisierung werden übliche Stabilisatoren wie Hydrochinon, Hydrochinonmonomethylether, 4-Methyl-2,6-ditert.butylphenol, Phenothiazin o.ä. sowie Kombinationen dieser zugesetzt. Die Umsetzung geschieht vorteilhaft unter azeotroper

Destillation des entstehenden Reaktionswasser bzw. niedrigsiedenden Alkohols.

Eine alternative Herstellweise ist die Umsetzung des ethoxylierten Amins sowie des Hydroxyalkylmethacrylates mit Diisocyanaten oder Diglycidylethern von Diolen wie Bisphenol-A mit anschließender Quaternierung.

Die Quaternierung erfolgt mittels Alkylchloriden oder Dialkylsulfaten in Substanz oder in Lösemitteln. Gegebenenfalls ist eine Reaktion im Autoklaven (Druck) von Vorteil. Denkbar ist auch eine Um- oder Veresterung von hydroxyfunktionellen quartären Ammoniumverbindungen mit (Meth)acrylsäure bzw. -estern.

Allgemeine Beschreibung der Synthese von Laurylamin-x-10EO-Dimethacrylat-Quats (Quat A) und 2-(2'-Methacroylethoxy)ethyl-dimethyltetradecylammonium-chlorid (Quat B):

Die vorteilhaft eingesetzten Monomere b) insbesondere Quat A (gemäß Formel IV) sowie Quat B (gemäß Formel VI) werden über die Methacrylatester der entsprechenden ethoxylierten tertiären Amine, die durch Umesterung mit Methylmethacrylat und Isopropyltitanat erhalten werden, hergestellt. Die Quaternierung erfolgt vorteilhaft im Autoklaven zum Erreichen höherer Temperaturen. Die Quaternierung mit Fettalkylchloriden wird bevorzugt in Substanz oder mit polaren Lösemitteln, insbesondere bevorzugt mit Alkoholen durchgeführt.

Antimikrobielle Polymere aus den Monomeren a) und b)

Die erfindungsgemäßen Polymere mit antimikrobiellen Eigenschaften können in an sich bekannter Weise durch radikalische Polymerisation der Monomere in Gegenwart von Polymerisationsinitiatoren und gegebenenfalls Molekulargewichtreglern erhalten werden.

Dazu werden a) nicht funktionelle vinylisch polymerisierbaren Monomere und b) funktionelle vinylisch polymerisierbaren Monomere gemäß der allgemeinen Formel (I) verwendet. Der Begriff funktionelle Monomere kennzeichnet die Monomere b) in dem Sinne, daß ihrem Vorhandensein die antimikrobielle Eigenschaft des Polymers zugeschrieben wird.

Unter antimikrobiellen Eigenschaften wird eine, das Wachstum von Mikroorganismen, insbesondere von Bakterien oder Hefepilzen, hemmende oder auch keimreduzierende Wirkung verstanden. Eine solche Wirkung kann mit einer Reihe von Methoden, die dem Fachmann geläufig sind, festgestellt werden. Geeignet ist z. B. die Methode des aufgesetzten Tropfens nach Nurdin, Helary und Sauvet ("Biocidal Polymers Active by Contact. II. Biological Evaluation of Polyurethan Coatings with Pendant Quarternary Ammonium Salts, J. Appl. Pol. Sci. 50, 663 - 670, 1993). Dabei werden 100 µl einer Zellsuspension mit ca. 10.000 Bakterienzellen, z. B. *Klebsiella pneumoniae*, auf ein Stück des zu prüfenden Polymers aufgesetzt und für eine definierte Zeit, z. B. 3 Stunden, inkubiert. Anschließend wird der Tropfen mit der Zellsuspension abgenommen und die Anzahl der koloniebildenden Einheiten im Vergleich zu einer Kontrolle bestimmt. Zur Kontrolle, ob die antimikrobielle Wirkung auf das Polymer selbst oder durch im Polymer enthaltene, diffundierende Substanzen, z. B. Restmonomere, zurückzuführen ist, eignet sich z. B. ein Test bei dem Polymerstücke auf eine mit Bakterien angeimpfte Nährmediumplatte verbracht wird. Falls diffundierende antimikrobielle Substanzen enthalten sind, kann dies an der Bildung eines Hemmhofs, einer klaren Zone in der das Bakterienwachstum inhibiert ist, um das

Polymerstück kommen. Geeignete Testverfahren können z. B. auch aus EP-A 641 805 entnommen werden.

Die Monomere a) können zu 40 - 99 Gew.-%, bevorzugt 70 - 99, besonders bevorzugt zu 80 - 99, insbesondere zu 85 - 95 Gew.-% enthalten sein. Die Monomere b) sind zu 1 - 60 Gew.-%, bevorzugt 1 - 30 Gew.-%, besonders bevorzugt zu 1 - 20 Gew.-% und insbesondere zu 5 - 15 Gew.-% enthalten.

Ein erfindungsgemäßes Polymer kann beispielsweise 30 - 70 Gew.-%, bevorzugt 50 - 60 Gew.-% Methylmethacrylat und 70 - 30 Gew.-%, bevorzugt 35 - 45 Gew.-% Butylacrylat als Monomere a) sowie 1 - 20, bevorzugt 5 - 15, insbesondere 8 - 12 Gew.-% Laurylamin-x-10EO-Dimethacrylat-Quat (Quat A) oder 2-(2'-Methacroylethoxy)ethyl-dimethyltetradecylammonium-chlorid (Quat B) als Monomer b) enthalten.

#### Der Aufbau der Polymeren

Die Monomeren a) sind in aller Regel unkritisch, solange sie nicht die antimikrobielle Wirkung der Monomeren b) auf der Polymerisatoberfläche neutralisieren. Die Auswahl der Monomeren a) richtet sich deshalb in erster Linie nach dem Einsatzzweck und den angestrebten Materialeigenschaften des Polymeren.

Falls harte, mechanisch widerstandsfähige Formkörper hergestellt werden sollen, liegt die Glas temperatur der Polymeren, bzw. die Erweichungstemperatur im Fall von Polymeren mit kristallinen Anteilen, im allgemeinen weit oberhalb der Raumtemperatur, also beispielsweise zwischen 80 und 150 Grad C. Dekorative oder funktionelle Beschichtungen wie Anstriche basieren häufig auf Polymeren mit Glas temperaturen im Bereich von 0 bis 100 Grad C. Je flexibler die Beschichtung sein soll, desto niedriger liegt im allgemeinen die Glas temperatur. Klebende Beschichtungen für die Anwendung als Haftkleber haben meist Glas temperaturen weit unter 0 Grad C. Sie sind bei Raumtemperatur weich und stark klebrig. Falls erwünscht und der

antimikrobiellen Wirkung nicht abträglich, können die Polymeren vernetzt sein. Die erfindungsgemäßen Polymere weisen Glastemperaturen im Bereich von - 60°C bis 150°C auf. Bevorzugt sind 0°C bis 60°C.

Die Glastemperatur  $T_g$  kann z. B. der Literaturstelle Brandrup und E.H. Immergut, "Polymer Handbook" Interscience 1966, S. III-61 bis III-63, oder dem "Kunststoffhandbuch", Band IX, Herausgeber R. Vieweg und F. Esser, Carl-Hanser-Verlag, München 1975, S. 333 bis 339 und T.G. Fox in "Bull. Am. Physics Soc.", Vol. I, (3) S. 123 (1956) entnommen werden.

Auch die Form der Applikation oder Verarbeitung des Polymeren kann für die einzustellende Glastemperatur eine Rolle spielen. Dem Fachmann ist beispielsweise bekannt, daß im Falle einer Applikation als wäßrige Dispersion die Auswahl der Monomeren so zu treffen ist, daß die Mindestfilmbildetemperaturen MFT bestimmbar nach DIN 53 787 der Dispersion die Trocknungstemperatur nicht übersteigt. Im allgemeinen wird die MFT zwischen 0 und 60 Grad C liegen.

Die Auswahl der Monomeren a) erfolgt deshalb in an sich bekannter Art und Weise. Dem Fachmann ist bekannt, wie er Monomere, deren Homopolymere hohe bzw. niedrige Glastemperaturen haben ("hartmachende" bzw. "weichmachende" Monomere), kombinieren muß, um die gewünschten Materialeigenschaften einzustellen.

In der bevorzugten Ausführungsform ist das erfindungsgemäße Polymer nicht wasserlöslich und allenfalls begrenzt wasserquellbar.

Die Monomeren a) bestehen deshalb zu mehr 70 % aus Monomeren, deren Wasserlöslichkeit bei Raumtemperatur unter 30 g/l, insbesondere unter 20 g/l, liegt. Bevorzugt ist ein Anteil von mehr als 90 %, besonders bevorzugt mehr als 95 % an solchen Monomeren. Beispiele sind einfach ungesättigte Monomere wie Styrol, Ethylen, Propylen, Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, Butadien, Vinyl- und Allylester und -ether wie Vinylacetat, Ester der Malein-, Fumar- und Itakonsäure, Ester und substituierte Amide der Methacryl- und Acrylsäure sowie Methacryl- und

Acrylnitril. Besonders bevorzugt sind die Ester der Methacryl- und Acrylsäure, ggf. in Kombination mit Styrol, substituierten Amiden der (Meth)acrylsäure und (Meth)acrylnitril. Aus der breiten Palette seien nur einige Vertreter exemplarisch genannt: C<sub>1</sub> - C<sub>20</sub>-Alkylester der (Meth)acrylsäure, insbesondere Methyl-, Ethyl-, Propyl-, Butyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat, Benzyl(meth)acrylat, Isobornyl(meth)acrylat und kurzkettige Alkylglykol(meth)acrylate wie Ethoxy- oder Butoxyethylmethacrylat oder Ethyltriglykolmethacrylat.

Neben den einfach ungesättigten Monomeren können mehrfach ungesättigte Monomere je nach Einsatzzweck, Applikationsform oder Herstellverfahren in mehr oder minder großen Anteilen zugegen sein. Dem Fachmann ist bekannt, in welchen Fällen er den Anteil solcher Monomere, die bereits während der Polymerisation zur Vernetzung des Polymeren führen können, beschränken muß. Beispielhaft sei auf die Lösungspolymerisation verwiesen, bei der bereits Anteile unter 1 % zur Vernetzung und damit zur Vergelung des Ansatzes führen können. Andererseits können bei Applikation einer aus Monomeren bestehenden ~~Beschichtung und Aushärtung auf der Substratoberfläche, beispielsweise~~ durch UV-Strahlung, nahezu beliebig große Anteile an mehrfach ungesättigten Monomeren verwendet werden.

Beispiele für solche Monomere sind Ethylenglykoldi(meth)acrylat, Triethylenglykoldi(meth)acrylat, Butandioldi(meth)acrylat, Hexandioldi(meth)acrylat, Trimethylolpropantri(meth)acrylat, Allyl(meth)acrylat, Methylenbismethacrylamid oder -acrylamid, Divinylbenzol und Triallylcyanurat. Einschränkend für den Gehalt an mehrfach ungesättigten Monomeren wäre allerdings, wenn etwa durch eine eingeschränkte Beweglichkeit der vernetzten Polymerketten die antimikrobielle Wirkung beeinträchtigt würde.

Neben den Monomeren mit geringer Wasserlöslichkeit können in beschränktem Umfang Monomere vorhanden sein, deren



Wasserlöslichkeit bei Raumtemperatur höher ist als 30 g/l, insbesondere als 20 g/l. Der Anteil ist auf weniger als 30 % der Monomeren a) zu beschränken, bevorzugt sollte er unter 10 % liegen, insbesondere unter 5 %. Das Copolymerisieren von untergeordneten Anteilen solcher Monomere zum Erzielen bestimmter Eigenschaften ist bekannt. Beispielhaft zu nennen ist hier die Verbesserung der Haftung auf bestimmten Substraten, die Erhöhung der Stabilität von dispersen Systemen, die Verbesserung der Pigmentierbarkeit oder der Anfärbbarkeit oder die Erhöhung der Chemikalienbeständigkeit durch nachträgliche Vernetzung des Polymeren. Beispiele für solche Monomere sind polymerisierbare Carbonsäuren wie (Meth)acrylsäure, Maleinsäure und Itakonsäure, polymerisierbare Phosphon- oder Sulfonsäuren wie z.B. 1-(Meth)acrylamido-2-methylpropansulfonsäure, Hydroxyalkyl(meth)acrylate, Glycerinmonomethacrylat, Glycidylmethacrylat, (Meth)acrylamid, N-Methylolmethacrylamid und dessen Ether, Maleinsäure, Alkoxypolyalkylenglykol(meth)acrylate, Dimethylaminoethyl(meth)acrylat, Dimethylaminopropyl(meth)acrylamid, ungesättigte Ethylenharnstoffderivate wie N-(2-Methacryloyloxyethyl)ethylenharnstoff, N-Vinylpyrrolidon, N-Vinylimidazol und verseiftes Vinylacetat.

### Polymerisation

Im Prinzip eignen sich alle einschlägig verwendeten Polymerisationsverfahren zur Herstellung der Polymeren (siehe z.B. H. Rauch-Puntigam, Th. Voelker, Acryl- und Methacrylverbindungen, Springer Verlag 1967 oder Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol 13, S. 708 ff., John Wiley & Sons, 1988). In der Regel bedient man sich der radikalischen Polymerisation unter Verwendung der üblichen Radikalinitiatoren. Als Verfahren genannt seien u.a. die Lösungs-, Emulsions-, Suspensions-, Fällungs- und Substanzpolymerisation. Eine wesentliche Rolle für die Wahl des Herstellverfahrens spielt die Applikationsform, in der das Polymere angewendet werden soll oder die Art und Weise der späteren

16

Verarbeitung/Formgebung. Aufgrund des amphiphilen Charakters und der kationischen Ladung des Monomeren b) kann es jedoch im Einzelfall zu Löslichkeitsproblemen oder zu Unverträglichkeiten kommen, die die Auswahl des Polymerisationsverfahrens beeinflussen oder bei der Festlegung der Polymerisationsbedingungen berücksichtigt werden sollten.

Derartige Probleme sind der Regel für den Fachmann vorhersehbar, oder er ist in der Lage, durch Vorversuche geeignete Polymerisationsbedingungen herauszuarbeiten. Beispielsweise kann es ratsam sein, im Falle der Emulsionspolymerisation auf die üblicherweise eingesetzten anionischen Tenside zu verzichten, um Unverträglichkeiten mit den Monomeren b) zu vermeiden und stattdessen auf nicht-ionische oder kationische Tenside auszuweichen oder gänzlich ohne Tenside zu arbeiten. Auch die Verwendung von einpolymerisierbaren Tensiden, oder allgemeiner, stabilisierenden Einheiten wie z.B. Alkoxyethylpolyethylenglykol(meth)acrylaten ist möglich.

---

~~Im Falle der Substanzpolymerisation könnte es, falls die Monomeren a)~~ sehr hydrophob sind, zu einer zu schlechten Löslichkeit der Monomeren b) kommen, so daß beispielsweise die Lösungs- oder die Emulsionspolymerisation vorzuziehen wären.

Auch ist es möglich die Monomermischung als solche auf einem zu beschichtenden Substrat zu applizieren und auszuhärten. Diese Vorgehensweise ist bekannt. Die Polymerisation kann dabei durch thermischen Initiatorzerfall oder Redoxreaktionen eingeleitet werden. In den meisten Fällen erfolgt die Aushärtung allerdings durch Strahlung, vor allem UV-Strahlung, unter Verwendung von Photoinitiatoren.

Das Molekulargewicht der Polymeren ist nicht kritisch im Hinblick auf die antimikrobielle Wirkung. Es wird im allgemeinen so eingestellt, daß Anforderungen an Verarbeitbarkeit und Werkstoffeigenschaften erfüllt

werden. In den meisten Fällen liegt das Molekulargewicht zwischen 20.000 und 500.000. Dabei liegen Lösungspolymerisate und thermoplastisch zu verarbeitende Polymerisate eher in der unteren Hälfte dieses Bereichs, beispielsweise bei 100.000, während Emulsionspolymerisate meist höhere Molekulargewichte haben und eher in der oberen Hälfte dieses Bereichs liegen. Die Bestimmung des Molekulargewichts  $M_w$  kann beispielsweise per Gelpermeationschromatographie oder per Streulichtmethode erfolgen (siehe z. B. H. F. Mark et al., Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd. Ed., Vol. 10, Seiten 1 ff, J. Wiley, 1989). In der Praxis werden Viskositätsmessungen meist vorgezogen.

Niedrigere oder höhere Molekulargewichte sind allerdings auch möglich, bis hin zu unendlich hohen Molekulargewichten in vernetzten Systemen. Das gewünschte Molekulargewicht kann in an sich bekannter Weise z.B. durch Molekulargewichtsregler wie Mercaptane, durch die Initiator- oder Monomerkonzentration oder die Polymerisationstemperatur eingestellt werden.

Bei der Auswahl der Monomeren a) und b) ist deren Copolymerisationsverhalten zu berücksichtigen. Charakterisiert wird das Copolymerisationsverhalten durch Copolymerisationsparameter von Monomerenpaaren (vgl. Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol 13, S. 708 ff., John Wiley & Sons, 1988).

Um ein gleichmäßiges Einpolymerisieren aller Monomeren zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, Kombinationen zu vermeiden, deren Copolymerisationsparameter weit auseinanderliegen. Andererseits sind dem Fachmann Methoden bekannt, die Copolymerisation in gewissen Grenzen auch bei ungünstigen Copolymerisationsparametern zu erzwingen, beispielsweise indem nur ein Teil des bevorzugt einpolymerisierenden Partners vorgelegt und der Rest nach Maßgabe des Verbrauchs im Verlaufe der Polymerisation zudosiert wird. Es ist auch

möglich, daß ein ungleichmäßiges Copolymerisieren der Monomeren sogar gewollt ist, um durch die heterogene Polymerisatzusammensetzung besondere Effekte zu erzielen.

Bevorzugt sind allerdings Kombinationen der Monomeren a) und b), die eine gleichmäßige Copolymerisation erwarten lassen oder es unwahrscheinlich machen, daß ein erheblicher Teil eines der Monomeren nicht ins Copolymerisat eingebaut wird. Das Copolymerisationsverhalten der wichtigsten Monomeren a) ist bekannt (vgl. J. Brandrup, E.H. Immergut, Polymer Handbook, Third Ed., John Wiley & Sons, 1989). Die Copolymerisationsparameter der Monomeren b) wurden von den Erfindern nicht bestimmt. Es ist aber davon auszugehen, daß die Art der Doppelbindung das Copolymerisationsverhalten im wesentlichen bestimmt, so daß Monomere b) mit einer Methacryloylgruppe ein ähnliches Copolymerisationsverhalten haben, wie die bekannten Methacrylate. Monomere b) mit einer Methacryloyl- oder Acryloylgruppe eignen sich deshalb in besonderer Weise für die Kombination mit Methacrylaten und Acrylaten der Gruppe a) sowie mit Styrol. Monomere mit Vinyl-doppelbindung wie Vinylchlorid zeigen keine große Tendenz zur Copolymerisation mit Methacrylaten oder Acrylaten. Sollen solche Monomere mit den Monomeren b) copolymerisiert werden, so ist es aus Kenntnis der Copolymerisationsparameter vorteilhaft, wenn als ungesättigte Gruppe V beispielsweise eine Vinylestergruppe gewählt wird. In gleicher Weise kann sich ein Fachmann weitere Kombinationen der Monomeren a) und b) zusammenstellen, die ein vorteilhaftes Copolymerisationsverhalten erwarten lassen.

#### Verwendung und vorteilhafte Eigenschaften der Polymere

Die Copolymeren sind bevorzugt wasserunlöslich und allenfalls begrenzt in Wasser quellbar. Sie eignen sich zur Herstellung von Beschichtungen und Formkörpern, bei denen mikrobieller Bewuchs unerwünscht ist und vermieden werden soll. Hierzu gehören Anstriche wie Schiffsfarben,

19

Fassadenfarben, Bodenbeschichtungen oder Holzlasuren, selbstklebende Beschichtungen, Beschichtungen von Zeltplanen und Duschvorhängen, die Ausrüstung von Textilien wie Gewebe oder Vliesstoffe beispielsweise für den Hygienebereich oder für Filter. Als Beispiele für Formkörper wären Türgriffe, Geländer, Sanitär- oder Küchenoberflächen, Materialien für wasserführende Teile wie Rohre, Dichtungen, Ventile, Membranen zu nennen. Auch textile Fasern oder Garne können aus erfindungsgemäß aufgebauten Copolymeren hergestellt werden. Im Idealfall hemmt die antimikrobielle Oberfläche das Wachstum von Mikroorganismen in dem an die Oberfläche angrenzenden Medium, so daß auch eine konservierende Verpackung von leicht verderblichen wäßrigen Waren möglich ist, ohne daß toxische oder bedenkliche Substanzen zugesetzt oder von der Oberfläche abgegeben werden müßten.

## BEISPIELE

### Beispiel 1: Synthese des Quats A

a) Herstellung des Dimethacrylates von ethoxyliertem Laurylamin (Laurylamin x 10EO):

160,5 g ethoxyliertes Laurylamin (MarlazinL10) werden mittels Cyclohexan am Wasserabscheider getrocknet. Nach destillativer Entfernung des Schleppmittels werden 52 mg Hydrochinonmonomethylether, 52 mg Phenothiazin, 130 mg N,N'-Diphenyl-p-phenylendiamin sowie 100 g Methylmethacrylat (MMA) zugesetzt, und der Ansatz wird nochmals durch azeotrope Destillation entwässert. Nach Zugabe weiterer 15 ml MMA wird bei 80°C 1,0 g Tetraisopropyltitanat zugegeben. Der Ansatz wird zum Sieden erhitzt und Methanol/MMA abdestilliert. Nach 9 h ist die Reaktion beendet. Unter Zugabe von verdünnter Schwefelsäure wird der Katalysator gefällt und nach Neutralisation mit wäßriger Natriumcarbonatlösung unter Druck abfiltriert. Überschüssiges MMA wird am Rotationsverdampfer entfernt.

Die Ausbeute betrug 177,6 g; die Strukturbestätigung erfolgte durch NMR.

---

b) Herstellung des Laurylamin-x-10EO-Dimethacrylat-Quats (Quat A)  
In den Tefloneinsatz des Autoklaven werden 85,0 g Dimethacrylat des ethoxylierten Laurylamins, 45,8 g Aceton, 43 mg N,N'-Diphenyl-p-phenylendiamin sowie 2 mg 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidinoxyl gegeben. 4,5 g Chlormethan werden aufgedrückt. Bei 90°C wird 24 h gerührt. Innerhalb dieser Zeit baut sich der Druck (4-5 bar) ab. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wird der Autoklav geöffnet. Es werden 118,6 g klare, braungefärbte, acetonische Lösung (66Gew%) erhalten. Strukturbestätigung durch NMR

Beispiel 2: Synthese von 2-(2'-Methacroylethoxy)ethyl-dimethyltetradecylammonium-chlorid (Quat B)

Im Autoklaven werden 25,0 g 2-[2-(Dimethylamino)ethoxy]ethylmethacrylat, 33,6 ml 1-Chlortetradekan, 22,8 ml Ethanol, 50 mg Kaliumiodid sowie 12 mg Hydrochinonmonomethylether 24 h unter Rühren auf 105°C erhitzt. Der Druck steigt auf ca. 2 bar. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde der Autoklav geöffnet. Das Quat B liegt als 75%ige ethanolische Lösung vor. Die Strukturbestätigung erfolgt durch NMR.

Beispiel 3: Herstellung des Copolymers mit Quat A

13,3 g MMA, 10,65 g Butylacrylat, 4,07 g Quat A-Lösung (66%ig in Aceton, 10 Gew% Quat A bez. auf Monomerengemisch), 0,132 g 2, 2'-Azobis-(isobutyronitril) (AIBN) sowie 0,1 ml 2-Ethylhexylthioglycolat werden gemischt und in eine Glaskammer (16x16 cm Glasplatte, 1,5 mm Distanzsnur) luftblasenfrei eingefüllt. Die Kammern werden mit Kitt verschlossen und mit Klammern versehen. Im Trockenschrank wird 23 h bei 50°C polymerisiert. Nach Entfernen der Klammern wird 1 h bei 75°C und 2 h bei 90°C getempert.

Es wurden klare, transparente, leicht bräunlich gefärbte Polymerisate (Glastemperatur: 7°C) erhalten.

Beispiel 4: Herstellung des Copolymers mit Quat B durch Emulsionspolymerisation

Zu 30 g Wasser werden 6,89 g MMA, 5,27 g Butylacrylat sowie 2,92 g Quat B (als 43%ige Lösung) und 0,09 g 2-Ethylhexylthioglycolat gegeben. Bei einer Rührgeschwindigkeit von 500 U/min wird das Gemisch bei 70°C emulgiert. Anschließend wird bei einer Rührgeschwindigkeit von 250 U/min mit 0,084 g 2,2'-Azobis(2-aminopropan)dihydrochlorid (gelöst in 0,1g Wasser) initiiert. Der Dispersion wird nach einer Reaktionszeit von einer Stunde weitere 0,042 g Initiator (gelöst in 0,5 g Wasser) zugegeben und noch weitere 30 min bei 70°C gerührt. Dann wird der Ansatz auf Raumtemperatur abgekühlt und die Dispersion über ein Metallsieb DN 70 filtriert.

Restmonomerengehalt: 296 ppm Methylmethacrylat (MMA), 96 ppm Butylacrylat  
Feststoffgehalt: 29,7 %  
Teilchengröße: 130 nm (kein Koagulat)

Durch Ausgießen der Emulsion auf eine silikonumrandete Glasplatte und Trocknen über Nacht bei 50 °C wurde ein klarer, transparenter Film erhalten.

Glastemperatur: 36 °C

Beispiel 5: Herstellung eines Vergleichspolymeren ohne funktionelles Monomer b)

Beispiel 3 wird wiederholt, mit dem Unterschied, daß ein Gemisch aus 22,0 g MMA, 18,0 g Butylacrylat, 0,16 g AIBN sowie 0,12 g Ethylhexylthioglycolat verwendet wird.

Beispiel 6: Prüfung der Polymere aus Beispiel 3 und 5 auf bakterizide Eigenschaften

Die Polymerfilme aus Beispiel 3 und 5 wurden 24 Stunden in Wasser gelagert, dabei erfolgte nach 8 h ein Austausch des Wassers. Die Filme wurden anschließend luftgetrocknet.

Die bakterizide Wirkung dieser Polymerfilme gegen die Testorganismen *Staphylococcus aureus* und *Bacillus cereus* wurde folgendermaßen geprüft:

Jeder Testorganismus wurde in einem Erlenmeyerkolben mit 5 ml Standard-I-Bouillon geimpft und 16 Std. bei 37 °C als Standkultur inkubiert. Danach wurde 1:10000 verdünnt. Mit 8 ml dieser Verdünnung wurden Streifen der zu untersuchenden Polymerfilme (5 cm x 1 cm) in sterilen Reagenzröhrchen überschichtet. Daraufhin wurden sofort, nach 2, 4 und 20 Stunden Lebendkeimzahlen (LKZ/g) bestimmt. Die Inkubation



der Reagenzröhrchen erfolgte unter Schütteln. Das Ergebnis ist in nachstehender Tabelle zusammengefaßt.

|                 | Lebendkeimzahlen (LKZ/g)                 |                            |                                 |                           |
|-----------------|--|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                 | <i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538) |                            | <i>Bacillus cereus</i> (ATCC 2) |                           |
| Inkubationszeit | Polymer aus Bsp. 3                       | Vergleichs-polymer (Bsp.5) | Polymer aus Bsp. 3              | Vergleichs-polymer(Bsp.5) |
| keine           | $> 10^5$                                 | $1,2 \times 10^5$          | $> 10^5$                        | $6,5 \times 10^3$         |
| 2 Stunden       | $4,2 \times 10^4$                        | $3,8 \times 10^4$          | $3,5 \times 10^3$               | $4,5 \times 10^3$         |
| 4 Stunden       | $2,9 \times 10^4$                        | $7,1 \times 10^4$          | $1,3 \times 10^3$               | $8,7 \times 10^2$         |
| 20 Stunden      | $< 10^1$                                 | $7,3 \times 10^3$          | $< 10^1$                        | $> 10^6$                  |

#### Beispiel 7:

##### Antimikrobielle Eigenschaften der Polymere aus Beispiel 3 und 4

a) Kontaktinhibierung von *Klebsiella pneumoniae* DSM 798 durch das Polymer 4A aus Beispiel 3.

Die Polymerfolie des Polymeren 4A aus Beispiel 3 wurde 24 h in Wasser gelagert und nach 8 h erfolgte ein Austausch des Wassers. Die Folie wurde anschließend luftgetrocknet.

*K. pneumoniae* DSM 798 (DSM = Deutsche Sammlung von Mikroorganismen) wurde über Nacht in HPG-Vollmedium (1 % Hefeextrakt, 1 % Pepton und 1 % Glucose) bei 35 °C angezüchtet. Die Zellen wurden abzentrifugiert und in PBS (0,05 M Phosphatpuffer, pH 7,2, 0,9 % NaCl) aufgenommen, so daß die Zellzahl  $10^5$ /ml betrug. 100 µl der Suspension wurde ein Stück der wäßrig behandelten Polymerfolie des Polymeren 4A aus Beispiel 3 aufgesetzt. Nach 3 h Kontaktzeit in

wasserdampfgesättigter Atmosphäre wurde der Tropfen abgenommen und in 2 ml Saline verdünnt. Die Kontaktstelle wurde 3 mal mit Saline nachgewaschen. Je 100 µl wurden auf HPG-Agar plattiert. Nach 18 h bei 37 °C wurden die gewachsenen Kolonien gezählt. Als Kontrollpolymer wurde ein Stück Polystyrol verwendet. Parallel wurde eine Kontrolle auf diffundierbare Substanzen auf HPG-Agar durchgeführt, der mit  $10^5$  Keimen *K. pneumoniae* angeimpft worden war. Es wurden keine Hemmzonen erhalten. Das Ergebnis ist in nachstehender Tabelle aufgeführt.

| Polymer                      | Keimzahl pro Platte |
|------------------------------|---------------------|
| Polymer 4A (erfindungsgemäß) | 0                   |
| Polystyrol (Kontrolle)       | 3 000               |

b) Selektiv inhibierende Wirkung des Polymeren aus Beispiel 4

~~Der oben beschriebene Kontakthinibierungstest wurde mit dem~~  
Polymeren (Quat B als Comonomer) aus Beispiel 4 und vier Bakterienstämmen sowie der Hefe *Candida tropicalis* ausgeführt. Die erhaltenen Filme wurden 24 h in Wasser (mehrmaliger Wechsel des Wassers) gelagert und nach Luftrocknung getestet. Die Abtötung wird in % angegeben. Überraschenderweise konnte eine selektive Inaktivierung des Hefestammes festgestellt werden, während bei den Bakterienstämmen keine Wirkung festgestellt wurde.

| Keim                             | Abtötung in % |
|----------------------------------|---------------|
| <i>E.coli</i> K12 ATCC 23716     | 0             |
| <i>K. pneumoniae</i> DSM 798     | 0             |
| <i>S. aureus</i> *               | 0             |
| <i>S. epidermidis</i> ATCC 12228 | 0             |
| <i>C. tropicalis</i> CBS 6318    | 70            |

\*= Isolat des Hygiene Instituts Gelsenkirchen von einem infizierten, zentral-venösen Katheter

#### Beispiel 8: Verwendungsbeispiel für ein Polymer

Ein ca. 8 x 2 cm Polyamid-Folienstreifen wurde bis zur Hälfte in die Dispersion aus Beispiel 4 getaucht und anschließend 1 h bei 70 °C getrocknet. Der Streifen wurde 18 h gewässert und danach bei Raumtemperatur an der Luft getrocknet.

Der zur Hälfte mit der Dispersion beschichtete Streifen wurde nun ganz in eine Zellsuspension von *Staphylococcus aureus* (Isolat des Hygiene Instituts Gelsenkirchen von einem infizierten zentral-venösen Katheter) getaucht. Anschließend wurde der Streifen kurz an der Luft angetrocknet, anschließend auf einem verdünnten Nähragar ausgelegt und über Nacht bei 37 °C bebrütet.

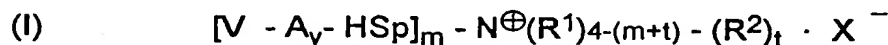
Ergebnis: Auf der mit der Dispersion beschichteten Hälfte des Polyamid-Streifens beschichteten waren 4 *Staphylococcus aureus*-Kolonien gewachsen, auf der unbeschichteten Hälfte hingegen mehrere 100.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Polymere mit antimikrobiellen Eigenschaften bestehend aus

a) 99 - 40 Gew.-% nicht funktionellen vinylisch polymerisierbaren Monomeren und

b) 1 - 60 Gew.-% funktionellen vinylisch polymerisierbaren Monomeren der allgemeinen Formel (I)



mit

V = Vinyl, (Meth)acryl, Allyl oder Styryl ist,

A = einer gegebenenfalls vorhandenen verknüpfenden Einheit, die Alkyl, Aryl, Arylalkyl oder Hydroxyalkyl, welche auch durch Heteroatome, beispielsweise durch Heteroatome in Urethan-, Carbonat-, Ester-, Amid- oder Ether-Gruppen, unterbrochen sein kann, wobei  $y = 0$  oder  $1$  ist,

HSp = ein hydrophiler Spacer der allgemeinen Formel

(i)  $-(O-CH_2-CH_2)_r-$  und/oder

(ii)  $-(O-CH_2-CH(CH_3))_s$

mit  $r = 0 - 40$ ,  $s = 0 - 40$  und  $r + s = 2 - 40$

sowie

$m = 1, 2$  oder  $3$  und

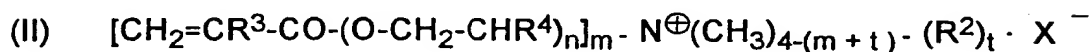
$R^1 = CH_3$ , Ethyl oder Benzyl

$R^2 =$  ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen, wobei

$t = 1, 2$  oder  $3$  ist.

$X^- = Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$  oder Alkylsulfat  $^-$

2. Polymere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Monomeren b) (Meth)acrylsäureester der allgemeinen Formel (II)



wobei

**$m = 1, 2$  oder  $3$ ,  $n = 2 - 40$ .**

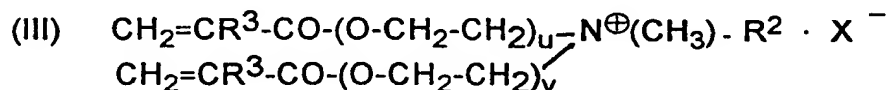
**R<sup>2</sup> = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen, wobei t = 1,2 oder 3 ist.**

**R<sup>3</sup> = H oder CH<sub>3</sub>,**

**R<sup>4</sup> = H oder CH<sub>3</sub>**

$$X^- = Cl^-, Br^-, I^- \text{ oder Alkylsulfat}^-$$

3. Polymere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Monomeren b) (Meth)acrylsäureester der allgemeinen Formel (III)


$$\text{CH}_2=\text{CR}^3-\text{CO}-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_v$$

mit

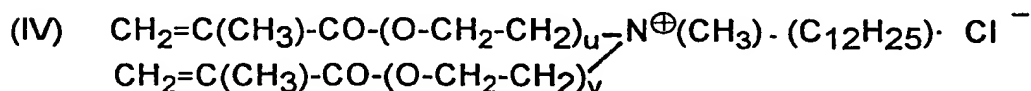
$$u + v = 6 - 20,$$

**R<sup>2</sup> = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen,**

$$R^3 = H \text{ oder } CH_3,$$
$$X^- = Cl^-, Br^-, I^- \text{ oder Alkylsulfat}^-$$

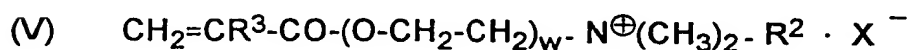
sind.

4. Polymere nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Monomer b) Quat A gemäß Formel (IV)


$$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CO}-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_v$$

wobei  $u + v = 10$  ist, enthalten ist.

5. Polymere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Monomeren b) (Meth)acrylsäureester der allgemeinen Formel (V)



wobei

$w = 2 - 40$ ,

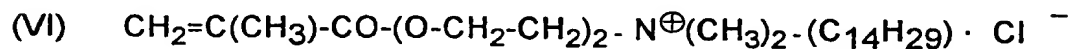
$\text{R}^2$  = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen,

$\text{R}^3 = \text{H}$  oder  $\text{CH}_3$ ,

$\text{X}^- = \text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  oder Alkylsulfat $^-$

enthalten sind.

6. Polymere nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Monomer b) Quat B der Formel (VI)

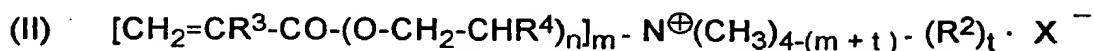


enthalten ist.

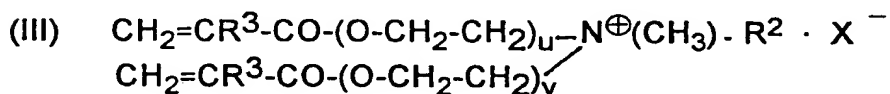
7. Verwendung eines Polymeren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 für Kunststoffe oder Kunststoffüberzüge mit einer antimikrobiellen Oberfläche.

20

## 8. (Meth)acrylat-Monomer gemäß Formel (II)

mit  $m = 1, 2$  oder  $3$ ,  $n = 2 - 40$ , $R^2$  = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen, wobei  $t = 1, 2$  oder  $3$  ist. $R^3 = H$  oder  $CH_3$ , $R^4 = H$  oder  $CH_3$  $X^- = Cl^-, Br^-, I^-$  oder Alkylsulfat $^-$ 

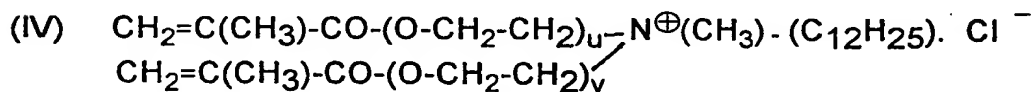
## 9. Monomer nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch die Formel (III)



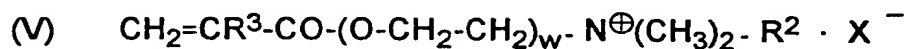
wobei

 $u + v = 6 - 20$ , $R^2$  = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen, $R^3 = H$  oder  $CH_3$ , $X^- = Cl^-, Br^-, I^-$  oder Alkylsulfat $^-$ 

## 10. Monomer nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch die Formel

wobei  $u + v = 10$  ist.

11. Monomer nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch die Formel (V)



wobei

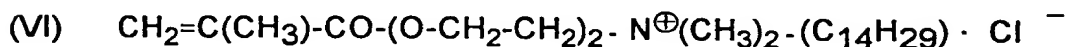
$w = 2 - 40$ ,

$\text{R}^2$  = ein Alkylrest mit 8-20 C-Atomen,

$\text{R}^3 = \text{H}$  oder  $\text{CH}_3$ ,

$\text{X}^- = \text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  oder Alkylsulfat $^-$   
ist.

12. Monomer nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die Formel



13. Verfahren zur Herstellung eines antimikrobiellen Polymers durch radikalische Polymerisation 99 bis 40 Gew.-% von nicht funktionellen vinylisch polymerisierbaren Monomeren und 1 - 60 Gew.-% (Meth)acrylat-Monomeren nach einem der Ansprüche 8 bis 12.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 97/05806

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 C08F246/00 C08F220/34 C07C217/08 C07C219/08 A01N33/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C08F C07C A01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages              | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | WO 91 12282 A (H.B. FULLER LICENSING & FINANCING INC.) 22 August 1991<br>see claims 1,16<br>--- | 1, 2, 5-8,<br>13      |
| X          | US 4 824 867 A (K.R. SMITH) 25 April 1989<br>see claim 1; example 18<br>---                     | 1, 2,<br>11-13        |
| A          | EP 0 525 751 A (HYMO CORP.) 3 February 1993<br>-----  |                       |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 March 1998

Date of mailing of the international search report

09/04/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cauwenberg, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/05806

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 9112282 A                              | 22-08-91            | NONE                       |                     |
| US 4824867 A                              | 25-04-89            | US 5047577 A               | 10-09-91            |
|   |                     | US 4874788 A               | 17-10-89            |
|   |                     | US 4874784 A               | 17-10-89            |
|   |                     | US 4874789 A               | 17-10-89            |
|   |                     | US 4874785 A               | 17-10-89            |
| EP 525751 A                               | 03-02-93            | JP 5032722 A               | 09-02-93            |
|   |                     | AU 657556 B                | 16-03-95            |
|   |                     | AU 2059892 A               | 04-02-93            |
|   |                     | CA 2074758 A               | 31-01-93            |
|   |                     | DE 69220546 D              | 31-07-97            |
|   |                     | DE 69220546 T              | 11-12-97            |
|   |                     | US 5587415 A               | 24-12-96            |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/05806

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 C08F246/00 C08F220/34 C07C217/08 C07C219/08 A01N33/12

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 C08F C07C A01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | WO 91 12282 A (H.B. FULLER LICENSING & FINANCING INC.) 22. August 1991<br>siehe Ansprüche 1,16     | 1,2,5-8,<br>13     |
| X          | US 4 824 867 A (K.R. SMITH) 25. April 1989<br>siehe Anspruch 1; Beispiel 18                        | 1,2,<br>11-13      |
| A          | EP 0 525 751 A (HYMO CORP.) 3. Februar 1993  |                    |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. März 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/04/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cauwenberg, C

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/05806

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9112282 A                                       | 22-08-91                      | KEINE                             |                               |
| US 4824867 A                                       | 25-04-89                      | US 5047577 A                      | 10-09-91                      |
|  |                               | US 4874788 A                      | 17-10-89                      |
|  |                               | US 4874784 A                      | 17-10-89                      |
|  |                               | US 4874789 A                      | 17-10-89                      |
|  |                               | US 4874785 A                      | 17-10-89                      |
| EP 525751 A  | 03-02-93                      | JP 5032722 A                      | 09-02-93                      |
|  |                               | AU 657556 B                       | 16-03-95                      |
|  |                               | AU 2059892 A                      | 04-02-93                      |
|  |                               | CA 2074758 A                      | 31-01-93                      |
|  |                               | DE 69220546 D                     | 31-07-97                      |
|  |                               | DE 69220546 T                     | 11-12-97                      |
|  |                               | US 5587415 A                      | 24-12-96                      |